专刊：建设世界科技强国
World Science and Technology Power Construction

历经百年沧桑 打造科技基础

——俄罗斯（包括苏联）建设科技强国之路

鲍 鸥

清华大学 社会科学学院科技与社会研究所 北京 100084

摘要 能运用科技实力，捍卫国家主权，保护国民利益，维护世界和平是科技强国的本质属性。自彼得一世起，从17世纪末到20世纪末，俄罗斯（包括苏联）的国家元首均以强国为目标，规划、选择性发展科学和技术，通过实施“国家化”工程，创建了具有俄罗斯（苏联）特色的国家化科技体制，并跻身于世界科技强国之列。国家化科技体制是由国家元首直接领导的，自上而下的严格管控和快速信息反馈系统，拥有“政—军—工—科—教”五位一体的国家化刚性结构，起到凝聚国家综合实力、维护国家安全、有效应对危机、为世界科技发展作贡献的作用，是实现科技强国的重要保障。但是，该体制存在先天缺陷：缺少以利益、资本驱动的创新要素，把削弱或牺牲共同体成员的个体自由作为自身有效运行的先决条件。苏联解体，俄罗斯的国家化科技体制受到重创，其科技强国地位岌岌可危。但是，俄罗斯并没有完全被打垮，因为其拥有积累了近300年的俄罗斯科学文化。当前，俄罗斯正在积极调整科技战略，恢复国家化科技体制，在俄罗斯科学文化的“沃土”上，植入创新要素，培育出具有内生动力的科技创新生态系统，再造科技强国。相比之下，中国科学文化的“土质”相对贫瘠，仍需沉淀厚养，以实现科技强国的目标。

关键词 科技强国，俄罗斯（苏联），国家化科技体制，俄罗斯科学文化，科技创新生态系统

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2018.05.010

科技强国是“科技创新综合实力处于全球领先地位，主要产业处于高端水平，劳动生产率位居世界前列”[1]，“拥有一批世界一流的科研机构、研究型大学和创新型企业，涌现出一批世界顶尖水平的科学大师和专业技术人才，能够持续产出重大原创科学思想和科技成果，引领世界科技发展潮流和方向”[2]的国家。就本质属性和目的性而言，科技强国是能够运用科技实力，捍卫国家主权，保护国民利益，维护世界和平的国家。建设科技强国的目的首先是强国，保护国家安全，抵御外敌；其次是富民，使每位国人能够过上物质富裕、精神快乐、有尊严的生活。科学技术是实现强国的工具、手段和标志，而不是目的。

资助项目：中国科学院自然科学史所科研项目（20155660276），清华大学2017年春季研究生教育教学改革项目（53810200818）
修改稿收到日期：2018年5月17日

如果认同航天工程是展示国家综合实力和科学技术水平的重要标志，如果认同进入太空是人类在20世纪最骄傲的成就，那么，在世界上首次建立国家级航天技术研究机构（1933年）、发射了第一颗人造地球卫星（1957年）、完成了第一次载人航天飞行（1961年）、实现了第一次人类太空行走（1965年）的苏联无疑应该被纳入科技强国之列。

俄罗斯（苏联）是如何走上科技强国道路的？我们从中能够获得哪些启示？汲取哪些经验和教训？本文通过梳理俄罗斯近300年来科技与文化的发展历程，力图探寻答案。

1 强国路上的第一个百年：从彼得一世的强国目标到“十二月党人”事件（17世纪末—1725年—1825年12月）

俄罗斯是个复杂而充满矛盾的国家。从地缘政治上看，俄罗斯地处欧亚大陆，受到来自东西方（蒙古和拜占庭）和南北方（南斯拉夫和斯堪的纳维亚）文化的冲击，在八百多年间历经留里克王朝（约公元862—1598年）、罗曼诺夫王朝（1613—1917年）、苏联（包括苏俄，1917—1991年）和俄罗斯联邦（1991年至今）4个典型的国家政体。11世纪—17世纪初，俄罗斯在东正教庇护下“促进了精神的孤立，促进了民族自傲和利己主义的发展”[3]。沙皇俄国主要依靠传统经验和技术实现文明的自我传承，既没有培育出近代科学，也没有建立起公民教育体系，基本上处于与西欧新文明“隔河相望”的状态。

1.1 彼得一世的“破窗入欧”战略

17世纪末的沙皇俄国还是内陆国家，没有直通西欧的出海口。年轻的沙皇彼得一世向往西欧文明，利用舰队打开南方出海口（1695—1696年），随后率领250多人的考察团私访西欧（1697年3月—1698年8月，史称“大使团”活动）：在荷兰，学习造船术；在英国，探究国家制度，参观工厂和伦敦皇家学会，在牛津大学听课，到格林尼治天文台用望远镜观看群星。通过出访学习，彼得一世意识到必须以强国为目标全方位改革落后的俄罗斯。为此，他提出并逐步实施“破窗入欧”战略。

在政治上，限制东正教会和贵族权力，强化中央集权领导。

在经济上，促商重税，鼓励发展工业，迅速提高生产力水平①。

在军事上，扩大征兵范围，聘用外国军官，保送贵族子弟留学，提升军人的素质和综合战斗力。

经过上述改革，彼得一世在“大北方战争”（1700—1721年）中战胜瑞典，赢得波罗的海出海口，扩大了国家版图，把俄罗斯从内陆国变为濒海国，初步实现了强国目标。

与此同时，彼得一世还面临更艰巨的文化改革任务。18世纪以前俄罗斯几乎没有世俗学校。为了教化国民，彼得一世采取了颁布国家字体，印制教科书普及俄文；开设专业工程学校②；创建新首都——圣彼得堡（1703年）；设立俄罗斯第一个皇家图书馆（1714年）和博物馆——珍品博物馆（1719年）；招聘欧洲学者和艺术家；创办国立科学院等举措。

1.2 彼得堡研究院的创立及其作用

西欧各国基本上都是先有大学教育，后产生近代科

① 仅以铁产量为例，17世纪末期，俄罗斯的武器生产原料大多依赖进口。1718年，俄罗斯的生铁年产量已经达到160万普特（1普特=40俄磅≈16.38千克），接近当时的强国大不列颠180万普特的年产量。18世纪初俄罗斯高炉炼铁厂的铸铁总产量为15万普特；到1724年，铸铁年产量达到116.5万普特，提高777%[1]。在1721年以前，圣彼得堡新建近200个手工作坊式造船场、冶炼场、武器制造场、纺织场，为赢得“大北方战争”奠定了物质和经济基础。

② 包括：莫斯科炮兵学校（1699年）、莫斯科数学-航海学校（1701年）、莫斯科医学校（1707年）、莫斯科工程学校（1711年）、彼得堡海军学校（1715年）等。以莫斯科数学-航海学校为例，学校主要招收出身中下层的社会成员，入学人数不断增加（1703年招生180名，1712年招生517名[2]）。学生学习算术、造船术、航海术、建筑等传统知识和实用技术，毕业后被政府、海军招聘为海员、地质勘探员、地图编制员等。这些学生成为彼得一世文化改革的早期受益者和后期推动者。

学机构。彼得一世听取莱布尼兹③的建议，决定在没有国民教育基础的俄罗斯先建国立科学院。因为大学“不能为发展生产打下科学基础”[4]，而科学院“不仅可以荣耀国家，繁荣当代科学，而且对未来教育国民会有益处”[5]。为了实现这个目标，彼得一世亲自制定《科学与艺术研究院章程草案》（以下简称《章程草案》）的基本框架。《章程草案》规定，彼得堡研究院是由政府资助④的俄罗斯国家机构（图 1）；受聘人员直接受“皇帝的管理和保护”；科学研究属于国家行为（图 2）；研究成果归国家所有[6]。

1724 年 2 月 8 日，彼得一世颁旨成立“彼得堡科学与艺术研究院”（简称“彼得堡研究院”或“彼得堡科学院”，即后来的“俄罗斯科学院”）。遗憾的是，1725 年 2 月8日彼得一世去世，没能看到自己设计的俄罗斯科学之船启航。

18 世纪彼得堡研究院的规模并不大，共有 110 名科研人员，其中 75% 是外国科学家[7]，以德国或讲德语国家的科学家为主。科学家们充分利用优越的科研条件，创办学术期刊；先后完成两次堪察加科学考察（1725—1730 年，1732—1743 年），为世界航海学、地理学（包括地图学）、动植物学以及民族学、东方学等学科作出了重要贡献；在远离西欧的学术氛围中迅速拓展研究领域，创立了俄罗斯数学-力学学派（以 L · 欧拉⑤ 为代表）、天文学学派和实验物理学学派。1745 年，罗蒙诺索夫成为第一个俄罗斯籍院士，这意味着俄罗斯进入科学本土化时期。在 18 世纪—19 世纪初，彼得堡研究院就是“俄罗斯科学的同义词”[8]。

彼得堡研究院的科学家除了从事研究工作之外，还担负培养俄罗斯科学人才，开展公民教育，进行文化启蒙的任务。这种特殊的“科教一体化”方式既促进了科学在俄罗斯本土化的深入，又不断健全了俄罗斯国民教育体系。陆续开办的国立大学（1755 年建立的莫斯科大学、1797 年建立的圣彼得堡师范大学、1807 年建立的喀山大学等）为俄罗斯培养了具有科学和人文素养的一代新人。

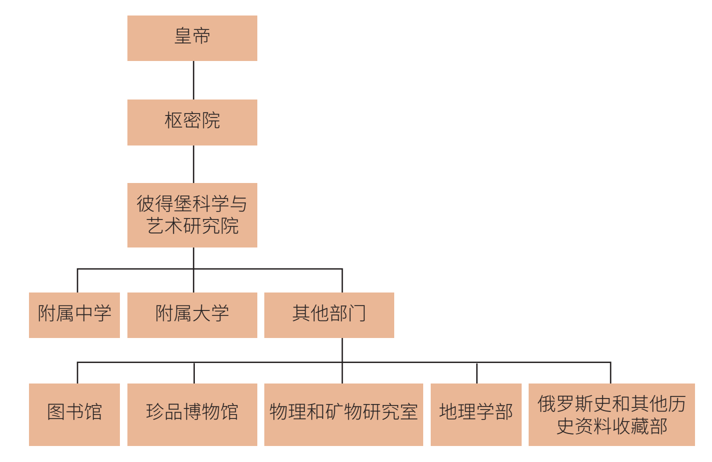


图 1 彼得堡研究院行政关系图

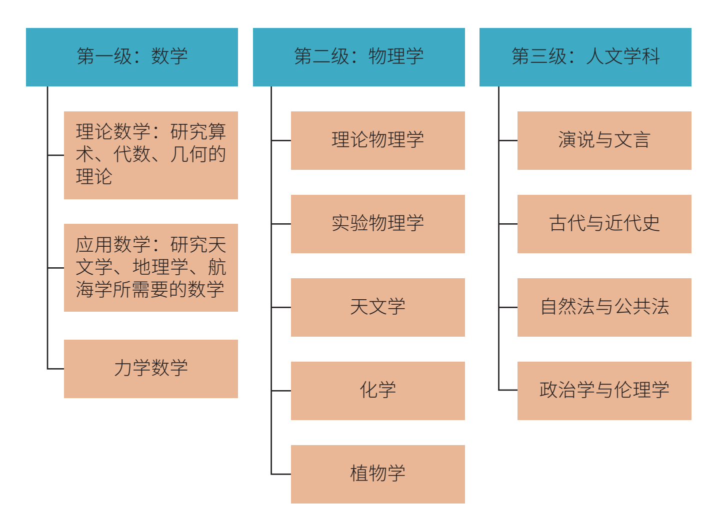


图 2 彼得堡研究院的研究领域

1.3 “十二月党人”开启俄罗斯文化新纪元

1812 年俄罗斯赢得俄法战争的胜利，标志着彼得一

③ 彼得一世与著名学者、柏林科学院院长莱布尼兹保持将近 20 年的通信交往并至少有 3 次会晤（1711、1712 和 1716 年）[3]，探讨俄罗斯发展战略。

④ 1725 年彼得堡科学院获得 24 912 卢布政府拨款，占全国年收入 0.3%。经费除支付工资以外剩余 5 500 卢布，用于购买书籍、木柴、蜡烛、做实验或其他开销。同类经费开支超过巴黎科学院（12 000 里弗尔，约合 3 000 卢布）和柏林科学院（1 000 泰勒，约合 750 卢布）[4]。

⑤ L · 欧拉（Leonhard Euler，1707—1783 年）：1725 年应邀到彼得堡研究院作研究助理，在数学、力学和天文学领域作出卓越成就，为俄罗斯培养了领军人才，后期专注管理彼得堡研究院。1783 年去世后葬于圣彼得堡。

世的强国梦想变成“破窗入欧”的现实。然而，那些打败拿破仑军队的俄罗斯贵族军人开始认识到俄罗斯帝国统治与西欧民主制度存在本质区别。他们认为，只有推翻帝制，消灭农奴制，建立共和国，才能带给俄罗斯人民真正的幸福。1825年12月24日，他们的起义遭到血腥镇压。但是，他们留下了“十二月党人”的革命精神，唤起更多俄罗斯民众的思想觉醒。

从17世纪末彼得一世发动改革，到1825年尼古拉一世镇压“十二月党人”，俄罗斯强国史上的第一个百年划出否定之否定的轨迹：彼得一世自上而下推行“破窗入欧”战略，“曾不惜用野蛮的斗争手段对付野蛮，以促使野蛮的俄罗斯加紧效法西欧文化”（列宁）[9]。“政—军—工—科—教”五位一体的国家化科技体制初现端倪，培养出一批具有科学知识、拥护西欧民主思想、反对国家化体制的俄罗斯新人。俄罗斯科学文化在国家化体制内自下而上悄然生长，形成一股新兴的、抗拒体制的内在张力。

2 强国路上的第二个百年：度量衡制度—西伯利亚大铁路—“自然生产力研究委员会”（1825—1917—1925年）

从镇压“十二月党人”到在克里米亚战争（1853—1856年）中失败，曾经想做“欧洲宪兵”的俄罗斯皇帝尼古拉一世逐渐退出历史舞台。俄罗斯社会获得相对平稳的间歇期。以普希金为代表的文学家对俄语进行科学化、精致化的改造，抒发对和平、对人性、对美好生活的向往，以及对战争、对官僚体制的厌恶与嘲讽，营造出崇尚高雅、追求精神享受的人文主义贵族生活方式和文化氛围，开创了俄罗斯文化的“黄金时代”（19世纪30—60年代）。

19世纪中叶，西欧掀起工业革命浪潮，俄罗斯的生产模式发生从手工作坊向手工工场，再转向机器工厂的“三级跳”。生产规模陆续扩大。从1858年至1897年，俄国人口从7 400万增加到1亿2 640万。同期，城市人口达1 700万[10]。城市化成为工业化的社会基础，凸显了农奴制与大机器生产力之间在效率、人道等方面的冲突。城市居民对住宅、交通、饮食、社交等日常生活的需求为工业化提供了发展的理由和空间。亚历山大二世顺应社会发展需要，再次提出强国目标，采取废除农奴制（1861年）等一系列改革措施。遗憾的是，由于亚历山大二世死于民粹主义者的炸弹袭击，俄罗斯自上而下的改革没能落地。

在这个过程中，俄罗斯的科学家、工程师们积极参与了社会改革。

2.1 国家度量衡机构建设与政府对学者的制度性选择

度量衡是商品交换的中介和社会公平的保障。在19世纪中叶以前，俄罗斯没有国家度量衡制度，在俄国全境没有统一的度量衡标准，严重限制了俄罗斯工业化产量以及对外贸易的规模。为了扩大出口，尼古拉一世于1835年颁布《俄罗斯度量衡制度令》，并在1842年6月16日批准建立俄国第一个国家级度量衡机构——“度量衡贮存库”。这是自上而下的制度性建设过程。俄罗斯政府认识到国家标准化实践与计量学发展的相关性、必要性和复杂性，决定选择科学家出任度量衡贮存库库长（政府官员）。第一任库长是俄罗斯科学院的库普费尔院士，第二任库长是物理学家、计量学家格卢霍夫教授。两位库长从1842年到1892年完成了度量衡贮存库的早期建设，但没有从根本上改善俄罗斯缺乏统一标准的混乱局面。1892年11月19日，著名化学家门捷列夫受命出任第三任度量衡贮存库库长，开启俄罗斯计量事业的“门捷列夫时代”（1892—1917年）。

为了更好地行使政府部门的职能，政府接受门捷列夫的建议，把度量衡贮存库更名为度量衡总局并提高局内工作人员（同时也是计量学研究人员）的工资。门捷列夫大力推动在全国设立分局的宣传活动，提升民众对度量衡的关注度，以达到向俄罗斯各地民众推动统一度量衡、推广新标准的工作。为了防止引起全国性混乱，他采取以下措施“分步走”：先在全国统一俄制度量

衡，为彻底推行国际公制做准备；购买并储藏国际度量衡；校准全国时钟（对于推动俄罗斯铁路运输业发展起到重要作用）；在总局中开设计量学研究中心，储存具有国际水平的国家标准数据库。但是，由于俄罗斯政局突变，以及门捷列夫于1907年病逝等原因，到“十月革命”前，俄罗斯没能实现推广国际公制。

1918年9月4日，列宁领导的苏俄人民委员会颁布《使用国际公制度量衡制度令》，完成了以国际公制替换俄国度量衡的重要工作[11]。这充分显示出布尔什维克政党推行新国家化的力度。如今，俄罗斯度量衡总局易名为“全俄门捷列夫计量学研究所”，是俄罗斯计量学研究中心。

2.2 西伯利亚大铁路与俄罗斯工业化的发展

铁路运输业能够带动钢铁制造业、采矿业、电报、电话、信号、铁路沿线设施建设与维护等行业的发展，集中反映工业化成就，被作为衡量19世纪国家实力的重要标志。

俄国的铁路运输业于19世纪30年代起步。到1861年，俄国境内已铺设约1 600公里铁路线。与当时作为强国的英国（16 000公里铁路线）相比，俄罗斯还处于落后状态。俄罗斯皇帝把发展铁路作为振兴俄国工业的突破口，充分发挥了国家化体制的管控作用。19世纪90年代后期，俄罗斯掀起第二个铁路建设高潮，相继修建了外高加索、外里海铁路和西伯利亚大铁路。

西伯利亚大铁路西起莫斯科，东到符拉迪沃斯托克。全长绵延9 288.2公里，是迄今为止世界上最长的铁路干线[12]。这条铁路的最重要意义在于实现军事目的：缩短欧俄与东亚之间的距离，保障俄军在战时能调遣远东的兵力、运输军用物资等。为了建成这条铁路，俄罗斯政客和学者一起向西欧人学习了大规模融资的理念和方法；选择、研制并建设适应西伯利亚气候和地理条件的铁路设备。随着西伯利亚大铁路建成，俄国培养出一批经验丰富的管理者、工程师和技术人员，谙熟了资本和技术运行方式，在国家化科技体制中增加了知识、资本和管理要素。1913年，俄罗斯拥有长达7.0万公里铁路，成为世界第二铁路大国（美国25.0万公里，德国6.34万公里，法国4.08万公里，英国3.81万公里）[13]。

19世纪末，俄罗斯文学迎来“白银时代”，哲学家们深思俄国民族矛盾的根源以及俄罗斯道路选择的问题，艺术家们向世界呈现油画、雕塑、音乐、芭蕾舞等高水平的作品，罗巴切夫斯基、雅各比、布特列罗夫、门捷列夫、梅契尼科夫、波波夫和巴甫洛夫等学者进入世界知名科学家行列。20世纪初，俄国的国民收入居世界第四位，国民财富居于世界第三位，直接跃升为现代化工业国家的行列[14]。

2.3 “自然生产力研究委员会”与学者主动参与国家治理

1905年“日俄战争”俄国战败的结局严重打击了尼古拉二世皇帝的自信心。1912年前后，欧洲密布战争“乌云”。俄国政府亟须调整发展战略以稳定国内政局，应对外来的政治、经济压力。

1915年1月21日维尔纳茨基在俄罗斯科学院物理学-数学学部会上提出成立“自然生产力研究委员会”⑥的倡议。“‘自然生产力研究委员会’的首要任务是收集并整理有关俄罗斯自然资源和生产力状况，提出系统科研报告，根据已有文献对国家的生产力水平进行准确判断和评估”，其目的在于全面调研、保存并发展俄罗斯的自然资源，并使之变为生产力，准备应对残酷战争及未来尽快实现战后恢复重建工作。该建议立即得到学者们的积极响应，也得到政府的肯定。“生产力委员会”成立了包括沥青、黏土与耐火材料、铂、盐类等专业研究分委会以及《俄罗斯自然生产力》出版分委会；共涉及10个科学社团、专业协会以及5个政府部门。1918年，在前面工作的基础上，“生产力委员会”

⑥“自然生产力研究委员会”的俄文全称为：Комиссия по изучению естественных производительных сил，简写为КЕПС，本文简称“生产力委员会”。

正式组建物理化学分析研究所、铂及其他贵金属研究所，并把原有的分委会扩充为包括稀有元素及放射性物质、盐类、铂矿类、水文学和光学等 20 个研究分部，同时建立了地图库。“生产力委员会”共有 139 名委员（1917 年），绝大多数是科学院的职业科学家，也有少数政府官员、企业家和高校教师，主要进行理论研究和科学考察。仅在 1916 年，“生产力委员会”就向俄国境内各地派出了 14 个科考队。1916—1923 年，“生产力委员会”陆续出版了《俄罗斯自然生产力研究文献》及六卷本《俄罗斯的自然生产力》⑦[15]。

“生产力委员会”是俄罗斯第一个由科学家自发组成的新型组织。它联合政府、企业、高校和社会团体各领域精英，以科学家为主导，以爱国为宗旨，以科技立国为目标，按照学术共同体规则组建，运用了资本运营方法和管理方式，集科研、财政和生产管理为一体。它虽然是非政府机构，但在某些方面却能行使超政府职能，能够根据政府需要，召集不同领域的学者共同解决涉及俄国军工和国民经济生产的紧迫问题。“在第一次世界大战的危急时刻发挥了重大作用”（维尔纳茨基）[16]。

1825—1925 年，在俄罗斯强国史的第二个百年中，随着学者队伍不断壮大，俄罗斯科学文化得到充分发展，资本推动社会发展的动力作用逐渐增强，越发显示出强国目标与国民利益结合发展具有可能性，呈现出弱“国家化”、强“资本化”的趋势。但是，后期（1917—1925 年）发生了重要转折。一方面，以知识分子为代表的“生产力委员会”起到了承上启下、继往开来的历史作用，为日后苏联“动员式”科技体制提供了样板和宝贵经验；另一方面，列宁为了实现苏俄从资本主义向社会主义国家的过渡，逐渐削减旧知识分子精英参与治理国家的机会。经过几年的革命实践，列宁意识到，“没有建筑在现代科学最新成就基础上的大资本主义技术，没有一个使千百万人在产品的生产和分配中严格遵守统一标准的有计划的国家组织，社会主义就无从设想”[17]。于是提出“苏维埃加电气化”的社会主义国家新目标，成立主管全国科研机构、分管国防工业科研部门的“国民经济最高委员会”，逐渐取代“生产力委员会”的地位，向“去资本化”“强国家化”的方向转化。

3 强国路上的第三个百年：“动员式”科研管理运行模式—国家化科技体制—科技创新生态系统（1917—1925—2018 年）

从 20 世纪 20 年代中期到 30 年代初期，美国等西方资本主义国家发生经济“大萧条”，为苏联崛起提供了良好的国际政治条件。苏联共产党抓住有利时机，实施加强苏联科学院建设等计划，在短期内克服经济困难，迅速提高了全民的科技水平。

3.1 苏联科学院与“动员式”科研管理运行模式

为了借助俄罗斯科学院在世界科学界的名望，1925 年苏联政府隆重庆祝科学院成立 200 周年，同时把俄罗斯科学院改名为“苏联科学院”，凸显了科学国家化。

从1925 年到二战前，苏联科学院被纳入苏联政府直属权限内（1933 年）；总部从列宁格勒迁到莫斯科（1934 年）；成立工程科学分部（1935 年），以军事科研带动基础科学研究，提高军事科研和军工生产的整体水平⑧；推荐苏共党员和军工管理人员成为院士；大幅提升研究机构、科研人员和科研经费数量⑨。在苏共领导

⑦《俄罗斯自然生产力研究文献》（*Материалы для изучения естественных производительных сил России*）囊括关于俄罗斯境内自然资源的考察和研究报告，及对当时其他国家发展情况的调研报告。《俄罗斯的自然生产力》（*Естественные производительные силы России*）（六卷本）包括：第 1 卷《风动力》（*Ветер как двигательная сила*，1919 年出版）；第 2 卷《白煤》（*Белый уголь*，1921—1923 年出版）；第 3 卷《地下水》（*Артезианские воды*）；第 4 卷《矿产》（*Полезные ископаемые*，1917—1919 年出版）；第 5 卷《植物志》（*Растительный мир*，1917—1923 年出版）；第 6 卷《动物志》（*Животный мир*，1919 年出版）。

⑧ 9 个专门研究国防工业和军事技术的研究所被纳入科学院系统，组建 14 个与军工相关的研究所和 3 个实验室；科学院主席团下设国防委员会军事代表小组，主持研究大约 200 个与新型军事技术相关的国家项目。

⑨ 到 1941 年初，苏联科学院共有 1 821 个科研机构，其中包括 786 个研究所；定员 10 282 人，是 1917 年定员的 50 倍，比 1931 年增加 10 倍。科研费用从 1928 年的 390 万卢布增加到 1940 年的 1 亿 7 800 万卢布。

下，苏联科学院逐步成为苏联科学的“总指挥部”。

但是，与此同时，苏共领导人通过建立“沙拉什卡”[⑩]机构和“大清洗”[⑪]，迫害、镇压知识分子，以达到消除异己的目的，严重打击了知识分子的爱国热情。

1941 年二战爆发，苏联政府建立了应对战争的“动员式”科研管理运行模式（图 3）[⑫]，依靠“政—军—工—科—技”一体化的高效社会组织管理网络，团结全民，最终赢得战争胜利。在这个体制中，斯大林拥有绝对指挥权，自上而下严格管控各级机构，并通过克格勃情报系统迅速获得信息反馈。科学家在体制中直接参与重要军事科研项目，与当权者建立了共生关系。

“动员”模式建立在总结俄罗斯参加第一次世界大战的经验（如“生产力委员会”）以及俄罗斯科学文化基础上，依赖于苏联强大的工业化综合国力和集权制度，在战争动员状态下起到了统一调配国家资源，以科技成果应战，强化国家利益的目的。

3.2 航天成就与国家化科技体制

1945 年以后，斯大林及后续苏联领导人保持并扩展了“动员”模式，把计算机、原子能的研发和综合利用以及航天领域纳入优先发展战略领域，打造了“政—军—工—科—教”五位一体化、具有刚性结构的国家化科技体制，在短期内取得科学技术的突破性进展，达到全面发展基础研究、保护国防工业和国家安全的目的。

苏联航天研究起源于齐奥尔科夫斯基在 19 世纪末—20 世纪初提出的利用火箭进行太空飞行的设想。20 世纪20—30 年代，齐奥尔科夫斯基的思想在社会主义建设浪潮中被广泛传播，激发了苏联公众对航天事业的极大兴趣。1924 年，苏联成立了世界上第一个太空飞行研究组织——星际通讯组[⑬]。1930—1933 年，苏联研制出第一批液体火箭发动机和世界上第一台电热火箭发动机。1933 年，苏联军事委员会批准成立世界首个国家级

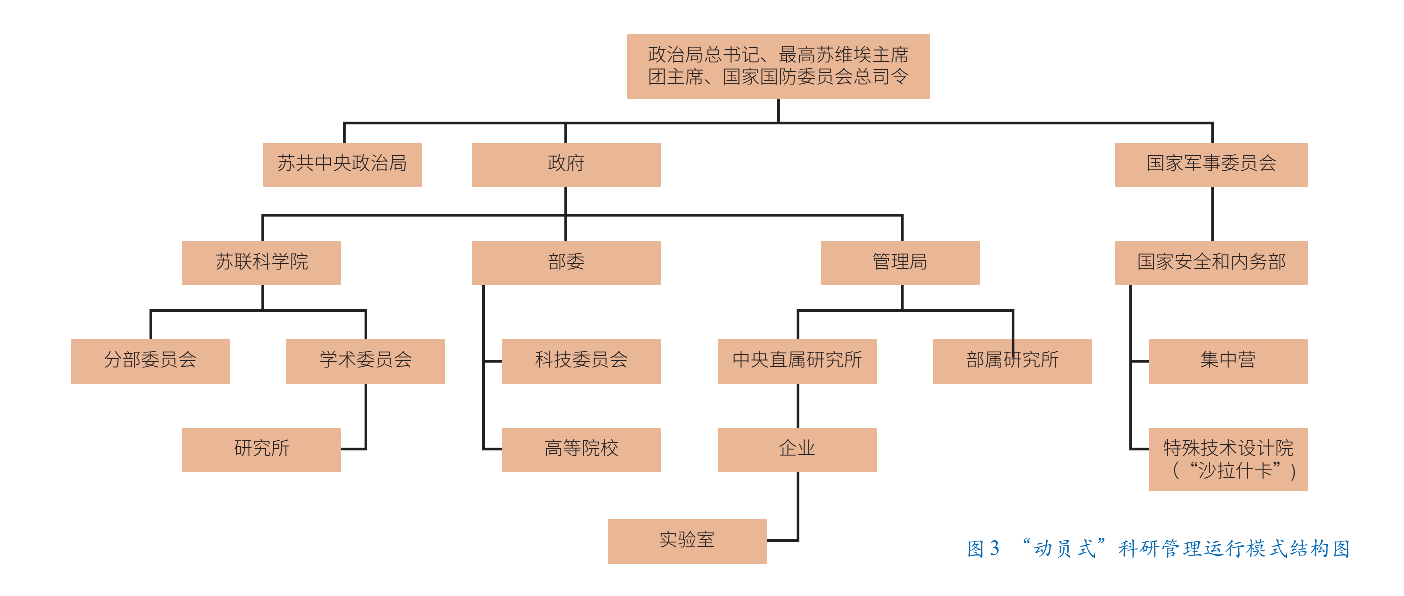


图 3 “动员式”科研管理运行模式结构图

⑩“沙拉什卡”是俄文 Шарашка 一词的音译，实体出现在 20 世纪 20 年代末、30 年代初期。由苏联最高内务机构直接管控，对外称为专门从事军事技术研发工作（包括各种新式战斗机、战舰、化学武器、防化设备乃至毒药）的特种研究所、实验室、设计和检验部门，实际为关押科学家、设计师和工程师（包括飞机设计师图波列夫和后来的“火箭之父”科罗廖夫等人）的特种监狱。

⑪ 1936—1941 年的“大清洗”是苏共当权者打着清洗“混进革命队伍中的破坏分子”的旗号，清除仕途障碍的恐怖活动。上万名学者，包括百余名科学院院士由于涉及军工项目受牵连，其中大部分被枪毙、被审讯拷打或死于监狱、拘留所或流放地（其中包括马克思主义理论家布哈林、生物学家尼古拉·瓦维洛夫、物理学家盖森等）。

⑫“动员式”科研管理运行模式（以下简称“动员”模式），是指苏联政府建立的战时“政—军—工—科—技”一体化的复杂网络系统。系统运行流程是：最高指挥官的命令自上而下传达到不同等级机构，各种机构互相关联，相互依赖；渗透在各个机构的克格勃搜集情报，自下而上迅速汇报信息；指挥官根据信息，反馈控制系统。

⑬ Секция межпланетных сообщений，附属于军事科学学会空军学院。

火箭技术研究机构——喷气科学研究所。这标志着苏联火箭研究从科学家、工程师们的个人兴趣被纳入国家军工科研体制，得到国家资助。但是，也正因为军工科研的国家化，随着领导人图哈切夫斯基元帅在“大清洗”中蒙冤遇害，苏联火箭研究几乎处于停滞状态[18]。二战期间，纳粹德国研发出世界上第一种弹道火箭V-2。二战结束后，苏联虽然没能“抢”到顶尖的德国科学家，但以优厚待遇吸纳了大量出色的德国工程技术人员。经过5年学习和近30亿卢布的研发经费投入，苏联第一次自主设计、研制了V-2火箭的改进版——P-2火箭、世界第一个核弹运载工具P-5M火箭和第一枚洲际弹道导弹P-7。拥有P-7，意味着苏联具有把核武器直接发射到美国本土的能力，从而改变了美苏博弈的政治、军事格局。但是，科罗廖夫不关心如何直接向美国发射导弹，而更关注和平开发太空。他利用P-7成功发射了世界上第一颗人造地球卫星（1957年），实现了第一次载人航天飞行（1961年4月12日），率先开启了人类太空时代。

苏联的火箭技术与太空飞行研发“经历了一个从专家自觉到政府顶层决策的过程”[19]，是苏联集举国之力对基础科学、应用科学、自然资源、人力资源和技术设备进行战略选择、集成建构的过程，展示了“政—军—工—科—教”五位一体的国家化科技体制所具有的系统化、信息化、快速化等优越性，是苏联登上科技强国之巅的重要标志。

3.3 苏联解体与俄罗斯的科技创新生态系统

1986年4月26日凌晨在苏联发生的“切尔诺贝利核电站爆炸事故”，是“20世纪最大的技术性灾难”[20]。苏联政府发挥社会主义国家的优越性，采取了诸多应急处理措施。然而，同时也充分暴露出国家名誉与国民利益、国家承诺与个人物质精神损失无法获得补偿的尖锐矛盾。“切尔诺贝利”成为压倒苏联的“最后一根稻草”[21]。

1991年苏联解体后，俄罗斯联邦接管了近86%的苏联遗产。1991—1999年，是俄罗斯国家从计划经济向市场经济转型期，也是在俄罗斯强国史的第三个百年中一个“去国家化”“强资本化”的重要过渡期。在这个过程中，由于原有的苏联国家化科技体制失去了集权制的支撑，无法发挥其优势，从而大大削弱了俄罗斯的综合国力。

在社会转型中，作为国家的基础科学阵地，俄罗斯科学院失去百分之百的国家预算支持，遭受重创。但是，俄罗斯科学家们极力克服科研经费严重短缺，社会地位和生活水平骤然下降等困难，坚守科研岗位，在许多领域仍然保存了科研实力。

近年来，俄罗斯政府采取多项措施，极力复兴科技强国地位。例如：制定《国家科学法》及一系列旨在提升国家科技潜力的政策；开放原有“秘密”的科学城；加强与高校的科研合作；提倡引入市场机制；扩大科研资金的来源；与国际接轨，参与国际市场竞争；明确提出与其他国家共建国际科技创新系统等。特别是从2013年开始自上而下推动俄罗斯科学院改革，力图创建国家创新系统。可见，在世界发展的洪流中，俄罗斯并没有停止向科技强国进发的脚步。

4 结论

4.1 国家化科技体制与俄罗斯科学文化

本文提出的“国家化科技体制”是指自上而下由个人命令驱动的，包括政治国家化、军事国家化、工业（工程）国家化、科学国家化及教育国家化的内容，具有“政—军—工—科—教”五位一体刚性结构和自我封闭系统的科技体制。该体制具有资源集中、系统集成、牵一发而动全身以及迅速上传下达等优势，有利于优势互补，扬长避短，集中力量办大事。但是，这种体制存在天然缺陷——以削减、牺牲体制内个性化因素为前提，与个体的自由发展相悖，缺少创新驱动力。俄罗斯（包括苏联）的科技体制是国家化科技体制的集中体现。

“俄罗斯科学文化”是一个新概念[22]，产生于彼得

一世"破窗入欧"战略之后，是俄罗斯民族特有的、不断成长着的、具有多种来源和丰富内涵的亚文化。主要包括 5 个来源和基本内涵：① 个体理性思维的内核及求知动力，即近代科学（自然科学和人文知识）与方法；② 群体精神源泉，即救世、隐忍、蔑视物质财富和敢于牺牲的东正教文化精神；③ 由俄罗斯自然地域决定的豪爽、开放、无拘无束、追求自然美的世俗性格与生活态度；④ 由村舍制度等社会条件形成的集体主义和服从的行为规范；⑤ 承载及表达思想的精致、具有复杂逻辑结构的俄语体系。俄罗斯科学文化内生于国家化科技体制，并对该体制起到向外扩张力或者向内凝聚力作用。由于文化取决于文化主体，所以科学文化的继承和变迁性取决于科学文化主体的组成及其变化。俄罗斯科学文化的主体是受到近代科学和西方启蒙主义教育的俄罗斯人（或讲俄语、懂得俄罗斯传统文化的外族、外国人）。在不同时期，俄罗斯科学文化因主体组成的改变而形成不同比例的内涵，进而有不同的表现，对社会发生不同的作用。

4.2 数百年跋涉，建强国体制

从 17 世纪末至今，俄罗斯的科技强国之路长达 300 年。在第一个百年（17 世纪末—1725年—1825 年）中，俄罗斯划出否定之否定的轨迹：为了学习西欧文化，自上而下推行并实施"破窗入欧"战略，创建彼得堡研究院，形成"政—军—工—科—教"五位一体的国家化体制雏形。在体制中自下而上萌生具有内在张力的、反国家化体制的俄罗斯科学文化。在第二个百年（1915—1917—1925 年）中，俄罗斯科学文化得到蓬勃发展，促进了"强资本化""去国家化"过程。知识分子主动参与国家发展活动，推动工业化。国际政治格局的变化打破了俄罗斯的内部平衡。"苏维埃加电气化"的社会主义建设目标，"去资本化""强国家化"的治国理念，为巩固"政—军—工—科—教"五位一体的国家化体制奠定了意识形态的基础。在第三个百年（1917—1925—2018）中，苏联全面建成"政—军—工—科—教"五位一体的国家化科技体制，赢得二战胜利，开启人类的太空时代，登上科技强国之巅。 苏联解体后，国家化科技体制失去优势，俄罗斯科学文化发挥了并仍在发挥凝聚力作用。俄罗斯联邦承载复兴科技强国的重任。

俄罗斯的科技强国之路具有如下特点："强国"目标明确；"自上而下"推动；逐步形成"政—军—工—科—教"五位一体的国家化科技体制；内生俄罗斯科学文化；缺少保障国民个人利益和推动资本的创新要素。

4.3 科技创新生态系统及其启示

俄罗斯仍然具备科技强国的基本条件：拥有丰富的自然资源；部分保持了原有的国家化科技体制结构；具有独特的俄罗斯科学文化；社会不断增强创新意识；驱动创新的资本在数量和规模上逐渐扩大等。历史证明，俄罗斯这个具有特殊地缘政治和复杂文化渊源的国家，无论走向哪个极端都不能同时满足国家利益和国民幸福的需要。俄罗斯的问题在于如何充分汲取自己 300 年强国史的经验，学习但不照搬别国模式，取长补短。科学和资本能够为人类群体和个人发展提供无限增长空间，能够把国家名誉与国民个体利益结合起来，是从大国走向强国的两个不可或缺的创新驱动要素。俄罗斯需要集中国力保护作为基础科学研究阵地的俄罗斯科学院，改造并利用国家化科技体制的刚性结构，弘扬俄罗斯科学文化的张力和凝聚力作用，增加创新要素（调整政策、放开市场、融通资本），运用科学和资本要素的调节，建立具有活力的、开放性的、能够自我调节、循环发展的"科技创新生态系统"。

与俄罗斯相比，中国拥有类似的"国家化科技体制"，不乏资本和市场等创新驱动要素。我们需要培养既具有科学理性，又继承了传统文化的中国科学文化主体，沉淀厚养，营造中国科学文化的"沃土"，形成科技创新生态氛围。中国"国富民强"的科技强国目标只有在建构出生机勃勃的科技创新生态系统时，才能真正实现。可见，我们拥有光明的前途，但任重道远，仍需艰难跋涉，认真学习，不断攀登。

致 谢 感谢科技部国际合作司欧亚处周宇博士和中国科学院自然科学史所王芳博士的思想贡献！感谢清华大学科学技术与社会所刘红晋博士和姚靓博士的帮助！

参考文献

1 白春礼. 科学谋划和加快建设世界科技强国. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 446-452.

2 穆荣平, 樊永刚, 文皓. 中国创新发展：迈向世界科技强国之路. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 512-520.

3 索罗维约夫. 俄罗斯与欧洲. 徐凤林, 译. 石家庄: 河北教育出版社, 2002: 179.

4 Копелевич Ю Х. Возникновение научных академий (середина XVII- середина XVIII века). Л.: Наука, 1974: 177.

5 Невская Н И. (отв. ред.) и др. Летопись Российской академии наук (1724-1802). Том 1. СПб.: Наука, 2000: 25.

6 Копелевич Ю Х. Возникновение научных академий (середина XVII- середина XVIII века). Л.: Наука, 1974: 190.

7 Невская Н И. (отв. ред.) и др. Летопись Российской академии наук (1724-1802). Том 1. СПб.: Наука, 2000: 7.

8 Осипов Ю С. Академия наук в истории российского государства. М.: Наука, 1999: 30.

9 列宁. 论“左派”幼稚性和小资产阶级性.列宁全集（第三十四卷）. 中共中央马克思、恩格斯、列宁、斯大林著作编译局编译. [2018-05-02]. http://cpc.people.com.cn/GB/64184/180146/180264/10902104.html.

10 Ковнир В Н. История экономики России. М.: Логос, 2011: 231.

11 Хабибуллин Т М. Основные этапы развития метрологической службы в России. Символ науки, 2016, (2): 208-209.

12 Рекорды Транссиба. [2018-05-05]. http://www.transsib.ru/cat-records.htm.

13 Гайдамакин А В, Лукин В В, Четвергов В А. и др. История железнодорожного транспорта России. М.: ФГБОУ, 2012: 58.

14 Ковнир В Н. История экономики России. М.: Логос, 2011: 243.

15 Кольцов А В. Деятельность Комиссии по изучению естественных производительных сил России: 1914-1918 гг. Вопросы истории естествознания и тех ники, 1999, (2): 128-139.

16 Вернадский В И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989: 145.

17 列宁. 论“左派”幼稚性和小资产阶级性. 列宁全集(第三十四卷). 中共中央马克思、恩格斯、列宁、斯大林著作编译局编译. [2018-05-02]. http://cpc.people.com.cn/GB/64184/180146/180264/10902104.html.

18 Черток Б Е. Ракеты и люди. От самолетов до ракет. М.: РТСофт, 2010: 24.

19 王芳. 苏联在德国复原V-2火箭的机构与人才建设（1945~1946）. 自然科学史研究, 2014, 33(1): 113-130.

20 Белорусская энциклопедия. Чернобыль. М.: Время. 2006: 8.

21 王芳, 鲍鸥. 苏联对“切尔诺贝利事故”应急处理的启示. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2011, 3(1): 87-101.

22 周宇. 彼得堡科学院诞生的历史考察与文化分析. 俄罗斯学刊, 2015, (3): 77-82.

Building the S&T Foundation for Hundreds of Years

—Russia's (Including the Soviet Union) Way to a Major S&T Power

BAO Ou

(Institute of Science, Technology and Society at Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract Using science and technology to defend state sovereignty, protect national interests, and maintain world peace is the essential character of a power of science and technology. Since Peter I, the leaders of Russia (including Soviet Union) from the late 1600s to the late twentieth century had been planning and selectively developing S&T with the goal of developing a powerful country. Through the implementation of the "nationalization" project, a nationalized S&T system with Russian (Soviet) characteristics was created, and Russia became one of the major S&T powers in the world. The nationalized S&T system under direct leadership of the head of the State is a rapid information feedback system with strict top-down control. It has a nationalized rigid structure— "politics, military, industry, science and education," five-in-one, playing an important role in condensing national comprehensive strength, maintaining national security, effectively managing crisis, and contributing to global S&T development. It was an important safeguard for making Russia into a major S&T power. However, the system has congenital defects: it lacks of innovation elements driven by interest and capital; it weakens or sacrifices the freedom of community members to guarantee its effective operation. The collapse of the Soviet Union seriously hit Russia's nationalized S&T system and the status of Russia as a major S&T power was in jeopardy. Russia, however, has not been completely defeated because of its three centuries' scientific culture. At present, adjusting and relying on its rigid nationalized S&T system, Russia implants innovative elements in the "fertile soil" of Russian scientific culture, fostering an endogenous technological innovation ecosystem and reconstructing a major S&T power. In contrast, the "soil quality" of Chinese scientific culture is relatively poor, which needs further accumulation and cultivation to support the goal of building China into a major S&T power.

Keywords major S&T power, Russia (Soviet Union), nationalized S&T system, Russian scientific culture, S&T innovation ecosystem



鲍 鸥 清华大学社会科学学院科技与社会（STS）研究所副教授、博士生导师，清华大学中俄战略合作研究所科技室主任。1983年在北京师范学院（现“首都师范大学”）化学系获理学学士学位。1988年在北京师范大学哲学系获哲学硕士学位，留校任哲学系助教、讲师、自然辩证法教研室副主任。1997年在俄罗斯科学院哲学所获哲学博士学位。2002年起至今在清华大学科技与社会所工作，博士后、讲师、副教授。研究方向：中俄科技文化比较研究、科技史、工程哲学、安全文化等。中俄和平、友好与发展委员会教育理事会理事；中国科学技术史学会理事；中国自然辩证法研究会理事；俄罗斯《科学社会学》杂志国外编委。E-mail: baoou@tsinghua.edu.cn

BAO Ou Associate Professor and Ph.D. supervisor of the Institute of Science, Technology and Society (STS), Tsinghua University; Scientific Director of Tsinghua Sino-Russian Strategic Cooperation Institute. She received a Bachelor of Science in 1983 from the Chemistry Department of Beijing Normal College (now is "Capital Normal University") and a Master of Philosophy in 1988 from the Philosophy Department of Beijing Normal University, where she was appointed Assistant Professor, lecturer, and vice Director of the Nature Dialectics Department. In 1997, she received a Ph.D. from the Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences (the IP, RAS). Since 2000, she has been the visiting researcher of the Institute of History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences (the IHST, RAS). BAO's service at Institute of STS at Tsinghua University started from 2002, first as a postdoctoral, then lecturer and now Associate Professor. Her research interests include:

comparative study of science and culture between China and Russia, history of science and technology, engineering philosophy, safety culture, and so on. BAO Ou is a committee member of the Education Council of the Sino-Russian Committee for Peace, Friendship, and Development, a director of the Chinese Society for History of Science and Technology, a director of the Chinese Society for Dialectics of Nature/Philosophy of Nature, Science and Technology and a foreign editor for the Russian journal of *Sociology of Science*. E-mail: baoou@tsinghua.edu.cn